

ТЕПЛОТЕХНИКА

П. Г. ПОЛЕТАВКИН, В. И. ПЕТРОВ, Л. Д. ДОДОНОВ и И. Т. АЛАДЬЕВ
НОВЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ
ЖИДКОСТЕЙ

(Представлено академиком М. В. Кирпичевым 1 IV 1953)

При экспериментальном изучении процесса теплоотдачи при кипении жидкостей, особенно находящихся при высоких давлениях, возникают трудности, связанные с получением на поверхности нагрева больших удельных тепловых потоков (порядка нескольких миллионов ккал/м²·час) и с точным измерением температуры теплоотдающей поверхности. Эти трудности часто диктуют условия постановки опытов и определяют форму и размеры экспериментальной поверхности нагрева (пластинки, проволочки, трубки малых диаметров) или заставляют отходить от решения практически наиболее важной проблемы — изучения теплоотдачи при кипении воды в трубах — в сторону, к изучению теплоотдачи жидкостей, имеющих критические тепловые потоки $q_{кр}$ более низкие, чем вода.

Применяемые в настоящее время методы исследования указанного процесса не позволяют получать устойчивые значения $q_{кр}$ и определять значения коэффициентов теплоотдачи α при $\Delta t \geq \Delta t_{кп}$. Этим, главным образом, и объясняется отсутствие надежных данных по теплоотдаче при кипении жидкостей, особенно воды, при высоких давлениях.

Ниже дается описание новой методики изучения теплоотдачи при кипении малоэлектропроводной жидкости и приводятся результаты экспериментальной проверки этой методики. Предлагаемый метод основан на применении непосредственного электрического обогрева экспериментального участка, изготовленного из тонкостенной трубки. Предотвращение пережога экспериментальной трубки при $\Delta t \geq \Delta t_{кв}$, а также разгрузка ее от больших механических напряжений достигаются при помощи вспомогательной жидкости, омывающей поверхность нагрева со стороны, противоположной той, на которой изучается процесс кипения. Температура этой жидкости должна поддерживаться равной температуре омываемой поверхности трубки, вследствие чего теплообмен между ними отсутствует. Последнее контролируется по отсутствию изменения температуры вспомогательной жидкости на входе и выходе из экспериментального участка. Для устранения парообразования вспомогательной жидкости давление ее поддерживается несколько выше давления, соответствующего ее температуре насыщения. Температура теплоотдающей поверхности подсчитывается по температуре вспомогательной жидкости с введением поправки на падение температуры в стенке трубы. Так как экспериментальный участок воспринимает лишь разность давлений между изучаемой и вспомогательной жидкостью, то в качестве нагревателя можно использовать трубки с толщиной стенки в доли миллиметра и, следовательно, величину поправки на падение температуры в стенке трубы свести к минимуму.

При переходе через кризис кипения, когда интенсивность теплоотдачи от экспериментального нагревателя к кипящей жидкости снижается, а подводимая электрическая мощность остается постоянной, температура нагревателя повышается и начинается теплообмен со вспомогательной жидкостью. Так как интенсивность этого теплообмена велика, то перегорание экспериментального участка предотвращается.

В качестве вспомогательной жидкости удобнее применять ту же жидкость, теплоотдача которой изучается.

Такую методику можно применять при изучении кипения различных жидкостей внутри труб, в кольцевых каналах и в большом объеме. Она

сочетает в себе преимущества непосредственного электрического обогрева (получение высоких q , удобство регулировки) и обогрева конденсирующимся паром (обеспечение устойчивых значений $q_{кр}$, изучение закономерностей теплоотдачи при $\Delta t \geq \Delta t_{кр}$) с простотой и удобством надежного измерения температуры теплоотдающей поверхности.

Описанная методика была проверена при изучении кипения воды в условиях большого объема на трубке из нержавеющей стали ($d \cong 5$ мм, $l \cong 100$ мм, $\delta \cong 0,12$ мм) при атмосферном давлении. Трубка обогревалась электрическим током от понижающего трансформатора. В качестве вспомогательной жидкости использовалась вода при давлении до 6 ата, циркулировавшая внутри трубки. Контроль за постоянством ее температуры на экспериментальном участке осуществлялся при помощи дифференциальной термопары, подключенной к чувствительному нуль-гальванометру.

Некоторые из полученных результатов представлены на рис. 1. Как видно из графика, критический тепловой поток при применении этого метода получается устойчиво и переход через кризис кипения не приводит к перегосу трубки. В наших опытах критический режим можно было поддерживать длительное время и при этом точно измерять как удельный тепловой поток, так и температуру нагревателя.

Полученные результаты свидетельствуют о полной пригодности указанной методики для изучения закономерностей теплоотдачи при кипении жидкостей.

Авторы выражают благодарность чл.-корр. АН СССР М. А. Михееву за ценные советы и обсуждение работы.

Энергетический институт
им. Г. М. Кржижановского
Академии наук СССР

Поступило
26 III 1953

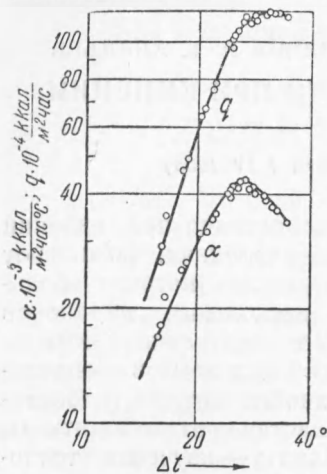


Рис. 1